

第七节 蔗渣机械浆

一、概 述

蔗渣机械浆的发展,使蔗渣浆可以代替木浆生产新闻纸。这项探索开始于一百多年前,早期尝试失败的主要原因是均采用了化学法或半化学法制浆,纸浆的不透明度和吸墨等性能指标均达不到新闻纸的要求。蔗渣机械浆除生产新闻纸外,还用于生产书写印刷纸和卫生用纸。

60年代初夏威夷蔗糖种植者协会与 Crown Zellerbach 公司合作开发了以蔗渣制新闻纸的 Hawzell 方法。它模拟机械木浆生产,用圆盘磨研磨蔗渣,开辟了蔗渣机械浆的新路子,这种浆的性能类似机械木浆,赋予新闻纸所必需的高不透明度,良好的吸墨性、高松厚度,柔软度和良好的印刷性能,而且制浆得率也较高。此后许多公司都参照这个方法进一步研究和开发工业化生产项目。

1974年古巴在联合国开发计划署资助下建立古巴甘蔗工业化研究中心,其研究项目通称古巴-9计划,并于1981年5月建成日产25~30t 蔗渣机械浆和35t 新闻纸的试验工厂,为生产蔗渣新闻纸优选最佳工艺作了大量研究工作。这个试验厂一直运转至今。

Peado 公司70年代在蔗渣制新闻纸方面做了大量研究,先是采用碱性亚硫酸盐半化学浆,在秘鲁试验但没有成功,1974年以后转向研究蔗渣机械浆,以后将这个技术应用于印尼 Letjes 厂。该厂年产10万t 蔗渣新闻纸和书写印刷纸,于1985年建成正式投产。据该公司报导,新闻纸质量符合当地印刷界要求。

1978~1979年 Beloit-Jones 实验室致力于蔗渣机械浆生产新闻纸研究。1981年 Beloit 公司与印度 SPB 工程咨询公司合作,设计和筹建印度 Tamil-Nadu 造纸厂,年产纸 9 万 t,其中新闻纸 5 万 t,书写印刷纸 4 万 t,于 1985 年 10 月建成投产。经过半年运行之后于 1986 年 4 月国际蔗渣新闻纸会议上宣称该厂蔗渣新闻纸在质量和经济上都经受了考验,取得成功。

除了制浆方法外,对任何一种蔗渣浆来说,蔗渣除髓和贮存都是同样重要的两个环节。经近 20 多年的研究,这两个环节在技术和装备上都有很大改进,也为生产蔗渣机械浆创造了必要的条件。

二、蔗渣的性质

甘蔗茎秆由髓、纤维束和表皮三个主要部分组成。这三部分的纤维形态和化学组成均各有差异。甘蔗榨出糖汁后余下的就是以木质纤维为主的蔗渣,它是一种非均匀的物质。

蔗渣的结构分析见表 7-7-1。

表 7-7-1 蔗渣的结构分析

外皮纤维	50%
内部纤维(导管)	15%
髓(薄壁细胞)	30%
非纤维表皮	5%

蔗渣的纤维形态见表 7-7-2。

蔗渣纤维的化学成分见表 7-7-3。

蔗渣纤维较短,在造纸原料中属短纤维原料,蔗髓不透明度低,强度和滤水性能都很差,不适宜于造纸,要在制浆前尽量清

表 7-7-2

蔗渣的纤维形态

	长度(mm)			宽度(μm)			长宽比
	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	
外皮纤维	0.8	1.70	2.80	10.2	20.0	34.1	85:1
导管纤维			1.35			150	9:1
髓			0.84			140	6:1

表 7-7-3

蔗渣纤维的化学成分

化学成分	含量	备注
灰分	2.47~4.67%	包括尘土
1%NaOH抽出物	32.13~37.75%	
木素	18.75~22.3%	
多缩戊糖	25.5~27.6%	
树脂	1.07~1.68%	
全纤维素	42.31~51.34%	
铁质	127~168ppm	
水分	45~48%	

除干净。

三、蔗渣的除髓

蔗髓属于一种杂细胞,壁薄而质硬。它使纸张不透明度降低,强度削弱,而且增加药品消耗和抄造困难。因此,制浆前蔗渣的除髓是非常重要的。

目前世界上广泛采用由 Peadco 公司开发的半湿法和湿法除

髓系统, 这个系统包括立式除髓机、蔗渣洗涤机、双辊给料机等设备。这个系统的设备布置见图7-7-1。糖厂来的新鲜蔗渣(水分约50%)先经双辊给料机松散和计量后进入半湿法除髓机除髓, 分离出的蔗髓由皮带输送机送去蔗髓堆场或直接送锅炉间作燃料, 经过半湿法除髓的蔗渣再进洗涤-湿法除髓联合机再次净化处理, 这里除了继续少量除髓外, 主要是清除蔗渣中残糖等可溶物和夹带的泥砂等杂质。经这个系统处理后的蔗渣进入堆场贮存或直接送制浆车间使用。

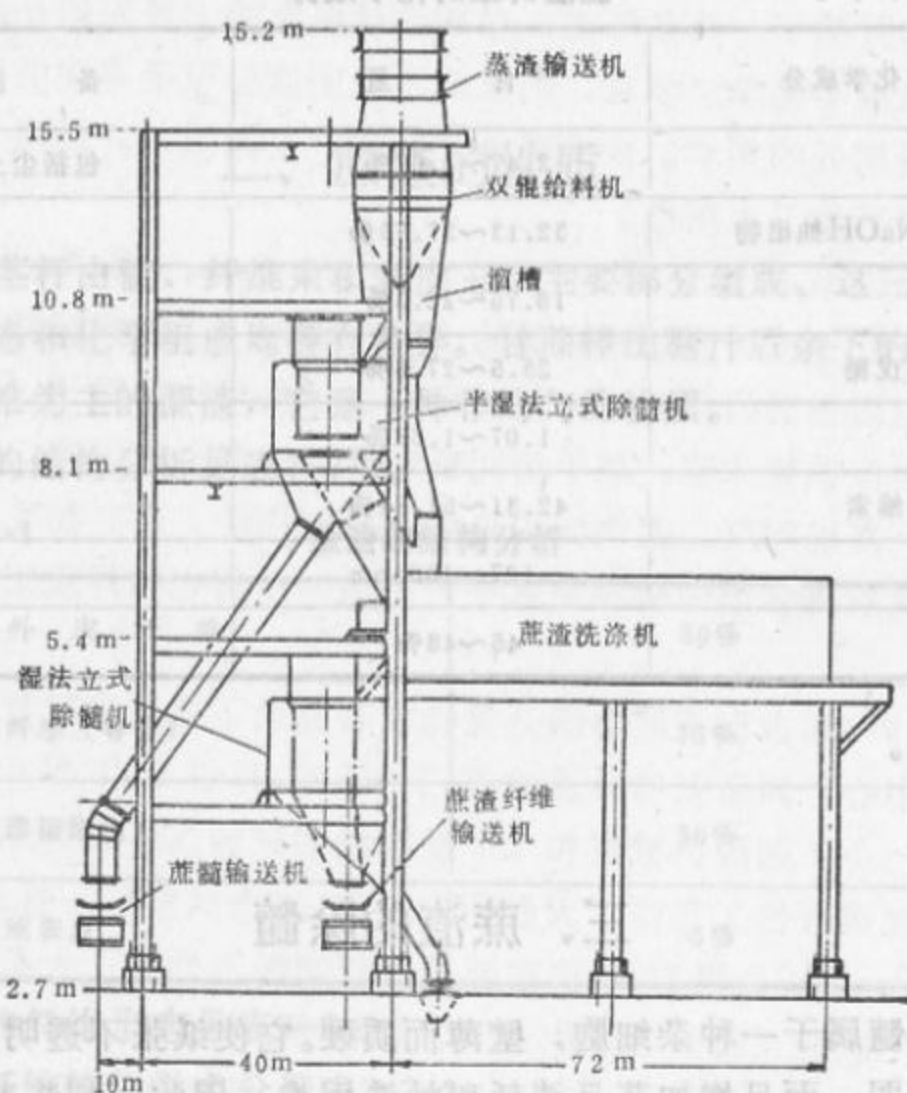


图 7-7-1 Peadco 蔗渣除髓系统的设备布置

这个系统的设备结构原理分述如下。

(一) 立式除髓机

1. Peadco 除髓机

立式除髓机是除髓系统的关键设备, 它由一个竖立安装的转子、筛鼓以及传动部件所组成, 见图 7-7-2 及图 7-7-3。转子上有许多沿螺旋线排列的飞锤, 由传动部件驱动高速旋转。它的作用主要给物料以离心力, 而不是将物料锤碎切断。蔗渣主要靠本身重力进料, 在离心力和重力的共同作用下, 沿螺旋线前进, 通

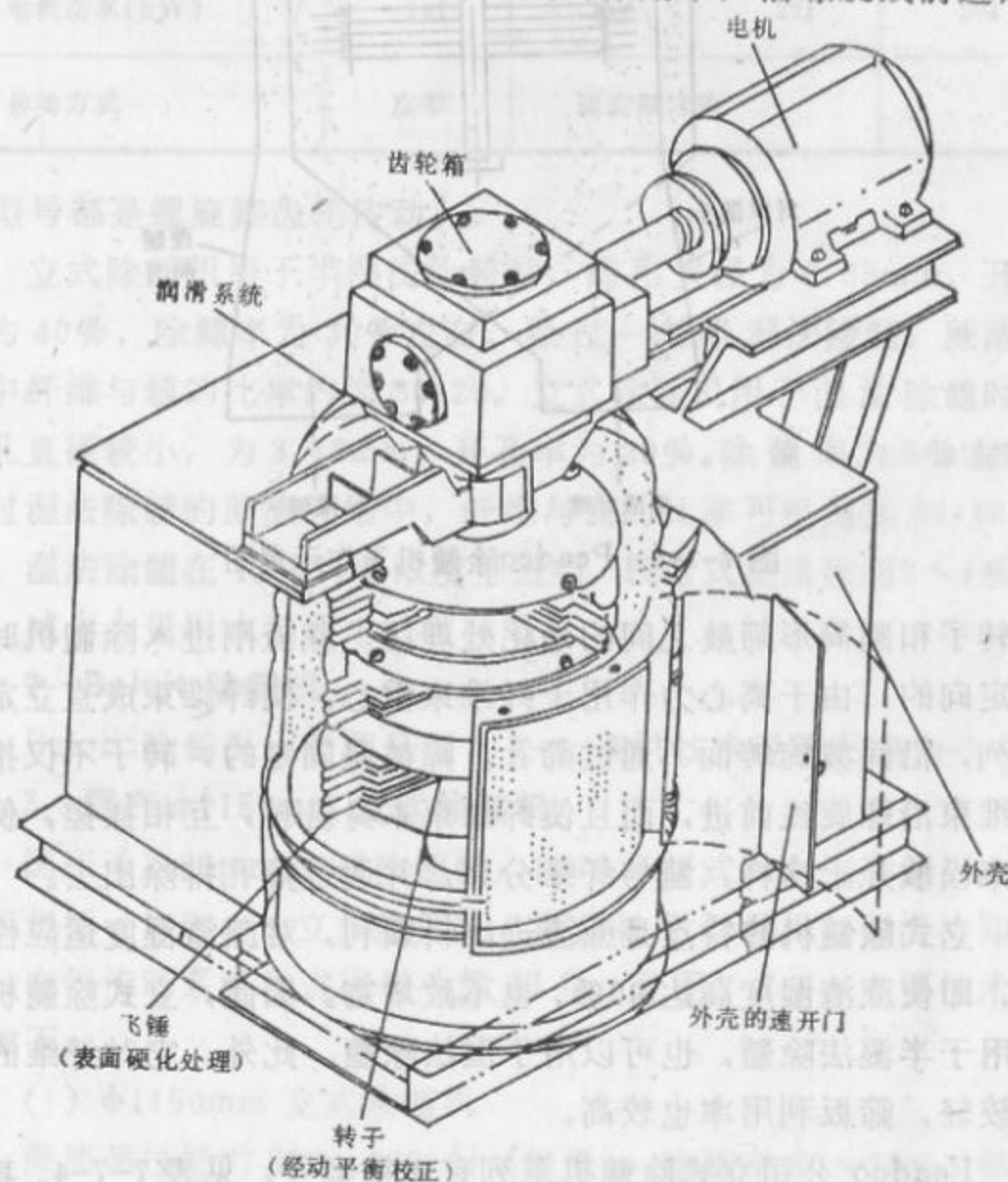


图 7-7-2 Peadco 除髓机示意图

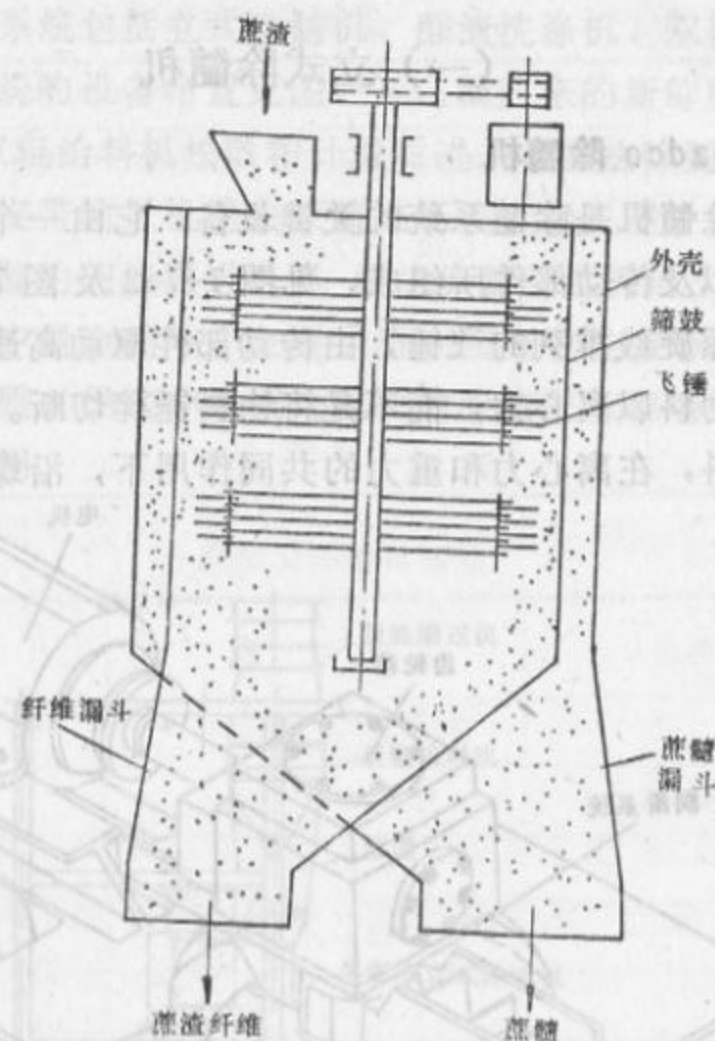


图 7-7-3 Peadco除髓机工作示意图

过转子和圆筒形筛鼓之间的净化处理区。蔗渣刚进入除髓机时是无定向的，由于离心力作用于纤维束重心，使纤维束成直立定向排列，沿筛鼓旋转而不通过筛孔。筛鼓是固定的，转子不仅推动纤维束沿螺旋线前进，而且使纤维束本身自转，互相揉搓，使纤维束松散开。这样，髓与纤维分离，并通过筛孔排除出去。

立式除髓机的特点是蔗渣进出料顺利，对蔗渣湿度适应性很强，即使蔗渣湿度高达 90%，也不致堵塞。因此，立式除髓机不但用于半湿法除髓，也可以用于湿法除髓。此外，它对纤维的损伤较轻，筛板利用率也较高。

Peadco 公司立式除髓机系列有 4 种型号，见表 7-7-4。其中 381 型和 382 型只是传动方式不同，前者为皮带传动，后者与

表 7-7-4

Peadco 立式除髓机系列

型 号	381	382	462	542
喂入量(绝干t/d)	214	214	321	428
纤维收获量(绝干t/d)	150	150	225	300
转子速度(r/min)	1450	1450	1200	1000
电动机率(kW)	147	147	221	294
传动方式	皮带	螺旋锥齿轮		

他型号都是螺旋锥齿轮传动。

立式除髓机用于半湿法除髓时，筛孔直径为 6.35mm，开孔率为 40%，除髓率为 30% 左右。经过一次半湿法除髓，蔗渣纤维中纤维与髓的比率约为 80:20。立式除髓机用于湿法除髓时，筛孔直径较小，为 3.18mm，开孔率为 20%。除髓率为 5% 左右。经过湿法除髓的蔗渣纤维中，纤维与髓的比率可提高到 82:18 左右。湿法除髓在 12~15% 浓度下进行，较老式湿法除髓 2~4% 浓度，减少大量用水和回水处理问题。

2. Beloit 除髓机

Beloit 除髓机示意图见图 7-7-4。该机技术说明见表 7-7-5。

3. 国产 $\phi 1150\text{mm}$ 立式除髓机

国产 $\phi 1150\text{mm}$ 立式除髓机，1986 年正式投入生产使用。该机组包括 $\phi 1150\text{mm}$ 立式除髓机、蔗渣松散计量机、润滑冷却系统、电气传动系统和进出料斗等部分，见图 7-7-5。主要技术性能如下：

(1) $\phi 1150\text{mm}$ 立式除髓机

蔗渣通过能力 250~300t/d (绝干)，除髓率 20~30%，转子直径 $\phi 1130\sim 1150\text{mm}$ (可调)，减速器为螺旋锥齿轮， $M_s=10.5$ 。

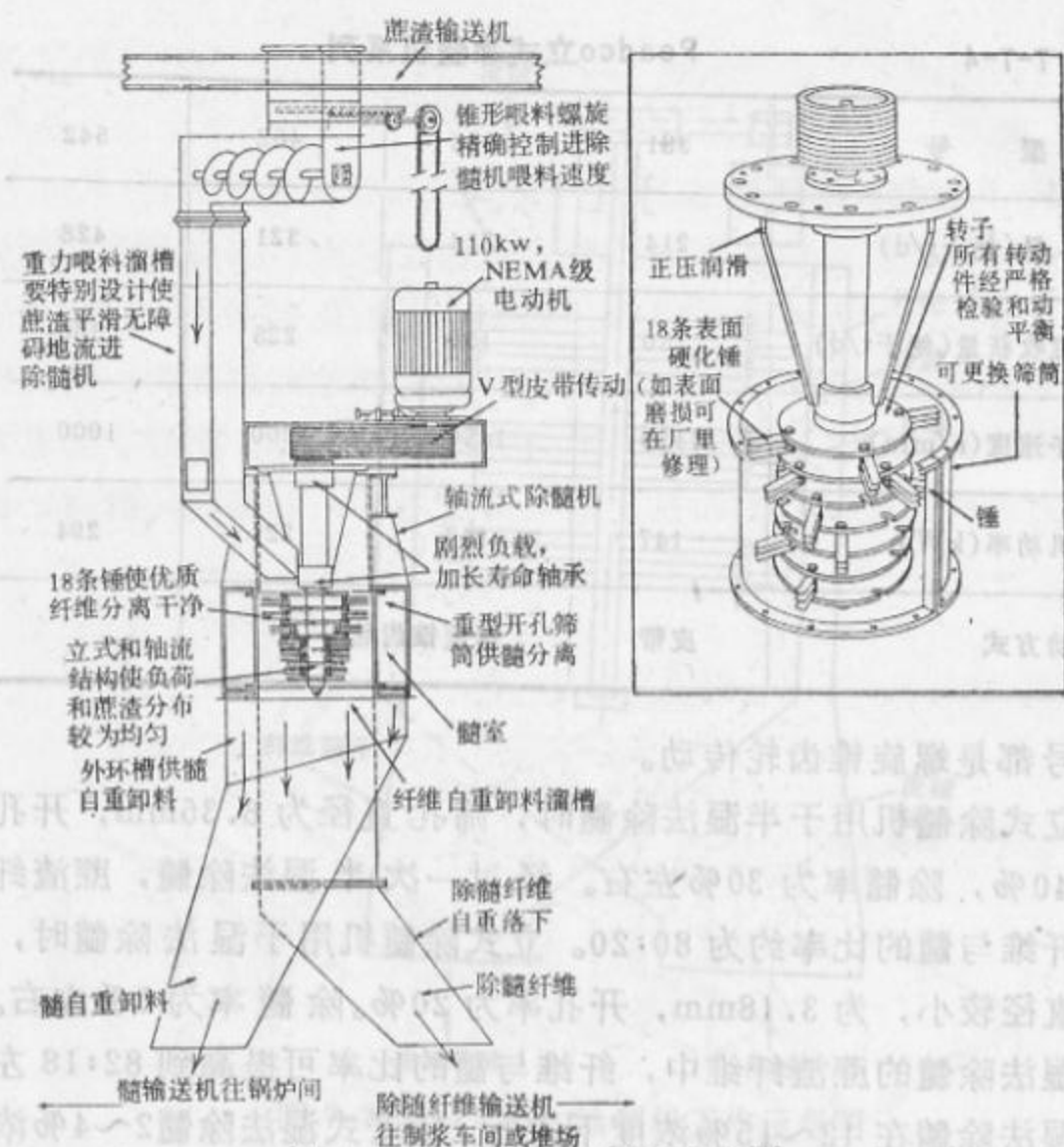


图 7-7-4 Beloit除髓机示意图

表 7-7-5

Beloit除髓机技术说明

转子转速(r/min)	1300
传动功率(kW)	110
平均进料能力(绝干t/h)	8
平均进料能力(湿干t/h)	180
典型(纤维/髓)	70/30
最大(纤维/髓)	60/40

注 1日以22小时计,

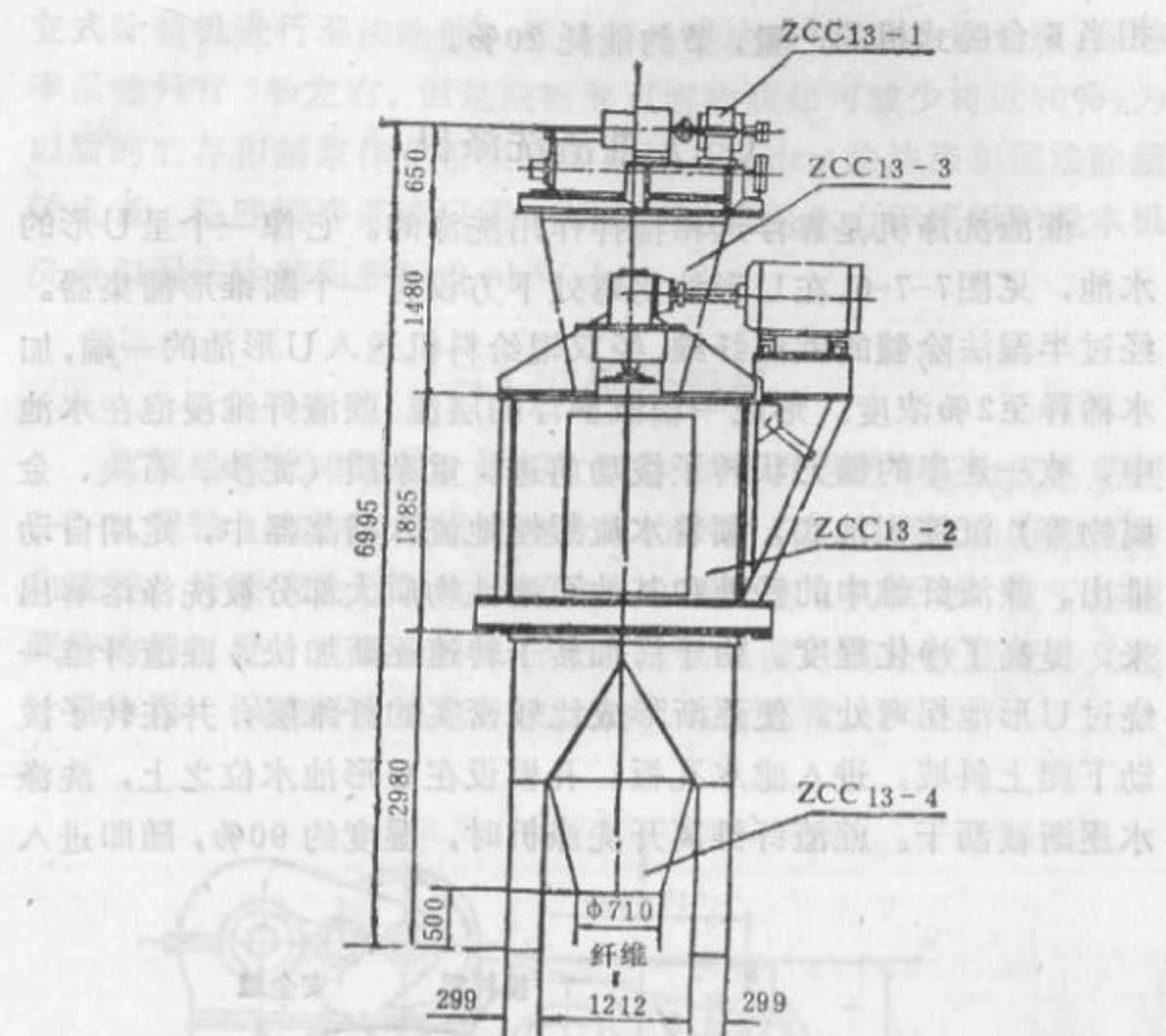


图 7-7-5 φ1150mm立式除髓机组

ZCC13-4—出料斗 ZCC13-2—立式除髓机 ZCC13-3—进料斗 ZCC13-1—蔗渣松散计量机

电动机功率 180kW。

(2) 蔗渣松散计量机

蔗渣通过能力 240t/d(绝干), 辊轴规格 $\phi 340\text{mm} \times 1400\text{mm}$, 电动机功率 4.4kW。

(3) 润滑冷却系统

型号 XYZ-2.5G, 工作压力 0.4MPa, 给油量 25L/min, 油箱容积 0.63m³, 换热面积 3m², 电动机功率 1.1kW。

使用结果表明: 该立式除髓机性能优于卧式除髓机, 除髓后蔗渣质量等级提高, 对纤维损份也较轻, 生产能力大, 1台立式机

相当5台卧式机的产量,节约能耗20%。

(二) 蔗渣洗涤机

蔗渣洗涤机是靠浮选和搅拌作用洗涤的。它像一个呈U形的水池,见图7-7-6。在U形池拐弯处下方设有一个圆锥形捕集器。经过半湿法除髓的蔗渣纤维,经双辊给料机送入U形池的一端,加水稀释至2%浓度。形成一松散飘浮的层流,蔗渣纤维浸泡在水池中,被一连串的镰刀状转子拨动前进。重杂质(泥沙、石块、金属物等)沉淀到池底,顺着水流缓慢地流入捕集器中,定期自动排出。蔗渣纤维中的残糖和其他可溶性物质大部分被洗涤溶解出来,提高了净化程度。由于后面转子转速逐渐加快,蔗渣纤维一绕过U形池拐弯处,便逐渐形成比较密实的纤维层,并在转子拨动下爬上斜坡,进入滤水孔板。孔板设在U形池水位之上,洗涤水逐渐被沥干。蔗渣纤维离开洗涤机时,湿度约90%,随即进入

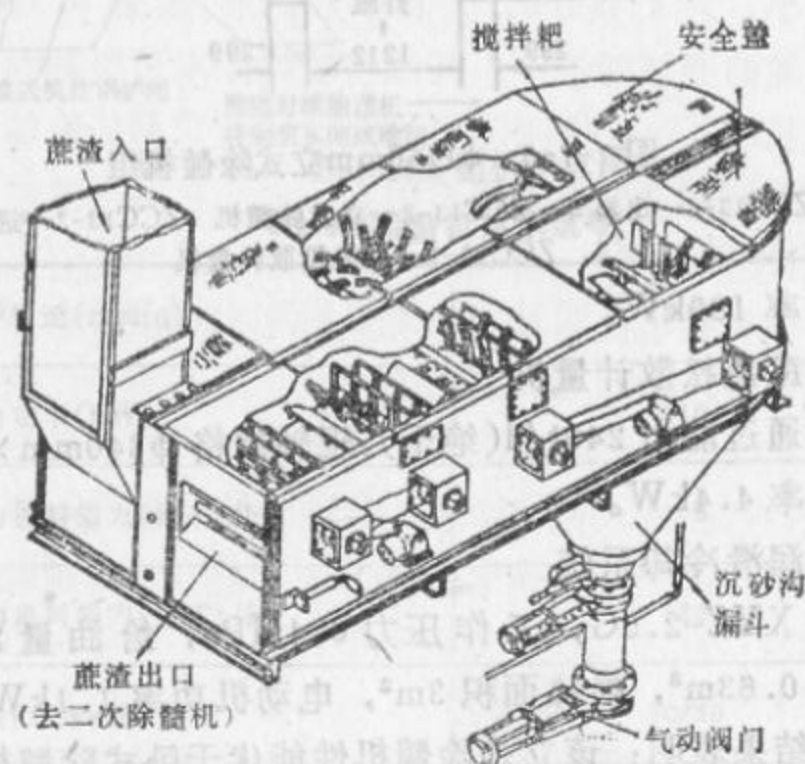
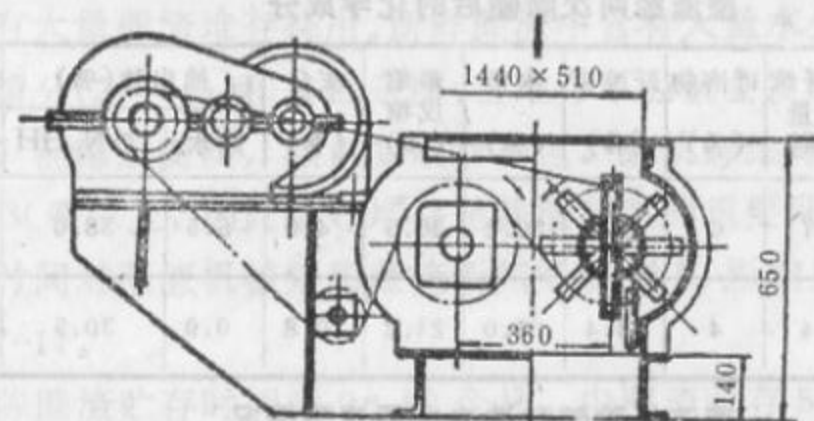


图 7-7-6 蔗渣洗涤机示意图

立式除髓机进行湿法除髓。蔗渣纤维经洗涤-湿法除髓处理,除髓率虽然只有5%左右,但是残糖等可溶物质却可减少将近40%,为以后的贮存和制浆作业带来很大好处。Peadco 法洗涤和湿法除髓耗电省,每吨清净蔗渣只需 $0.6\text{kW}\cdot\text{h}$,若用水力碎浆机和脱水机洗涤和湿法除髓则要耗电 $8\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

(三) 双辊给料机

双辊给料机由辊轴、排辊、机体和传动装置等所构成,见图7-7-7。辊轴上有许多按螺旋线分布的小辊子。两根辊轴朝相反方向旋转,将蔗渣松散匀整。辊轴由电磁调速电机驱动,便于控制蔗渣的通过量。双辊给料机布置在除髓机前,既松散蔗渣,又起计量作用,保持料量稳定,使除髓机运行正常。



双辊给料机

图 7-7-7 双辊给料机

Peadco 除髓系统的效果比较见表7-7-6。

蔗渣经两次除髓后,纤维质量明显改善,见表7-7-7。

经除髓和洗涤,能除去大部杂质,具体数据见表7-7-8。

蔗渣除髓后,纸浆质量尤其是强度、白度和不透明度明显提高,见表7-7-9。

表 7-7-6 Peadco除髓系统的效果比较

	不采用时情况	采用后情况	改进情况
纤维中的废叶、茎	~0.5%	无	完全清除
纤维中夹带的砂子	~0.4%	0.05%	降低88%
纤维中的可溶物	10%	6%	降低40%
浆中灰分	4.1%	1.7%	降低59%
蒸煮螺旋喂料器寿命	350h	>1000h	增加2.7倍以上
盘磨机磨盘寿命			
高浓热磨	<200h	>5000h	提高24倍以上
纸机前精浆	~320h	>450h	>1.4倍
化学药品消耗量(Na ₂ O)	5%	3.5%	减少30%

表 7-7-7 蔗渣经两次除髓后的化学成分

	纤维含量(%)	非纤维含量(%)	可溶物(%)	纤维素(%)	木素(%)	多缩戊糖(%)	灰分(%)	抽出物(%)		平均纤维长(mm)
								热水	1%NaOH	
除髓前	67	27	6	49.6	20.2	26.5	4.0	5.5	38.0	1.26
除髓后	88	4	4	53.4	23.0	23.2	0.8	0.9	30.5	1.65

表 7-7-8 蔗渣经除髓和洗涤杂质清除情况

含有物	除髓前(%)	二次除髓和洗涤后(%)	清除效果(%)
蔗髓	30~40	5~10	减少85
灰分	2.5~4.7	0.8~1.2	减少65
泥砂	1~3	0.1~0.2	减少90
含硅	1.5~2.8	0.4~0.8	减少70
蔗叶等	2~3	0.5	减少75
残糖	2~6	0.2~0.5	减少90

表 7-7-9 蔗渣除髓后对纸浆质量的影响

除髓情况	含髓量	打浆度(*SR)	抗冲指数	撕裂指数	散射系数	白度(%)
未除髓	40%	61	10	0.7	50.5	41
一次除髓	15%	60	12	0.9	56	
二次除髓	<10%	56	14	1.0	69	43
改善效果		8%	40%	43%	27%	5%

四、蔗渣的堆存

由于糖厂榨糖季节一般为3~7个月,而纸厂是常年生产,所以要有大量蔗渣堆存待用。新鲜蔗渣中含有大量水分(45~50%),残余糖分(2~6%)和其他杂质,若堆存不当就会发酵升温(达70℃以上)而霉烂变质,颜色变成暗褐色,致使纤维降解,损失率可高达30%以上,因此搞好堆存是蔗渣制浆的重要环节。蔗渣贮存老化时间对蔗渣机械浆和蔗渣新闻纸质量的影响见表7-7-10及表7-7-11。

陈蔗渣贮存时间为9~10个月,中蔗渣贮存5~6个月,新蔗渣贮存1.5~3个月。

蔗渣堆存一般有三种形式:自然散堆,打包堆存和湿法散堆。自然散堆占地面积大,每平方米只能堆蔗渣约0.5~0.75t,蔗堆表面喷上防腐剂(如硼砂溶液等)仍难免变质,损失率达20%左右,因此目前很少采用。打包堆存,将蔗渣用打包机打包,堆叠成垛,垛间留有通风道,每平方米堆存量约0.75~1.0t,较自然散堆多堆,堆存损失10~15%,大包每包重200kg,小包50kg,小包通风较好,损失也较少。堆存中要注意防火和防雨。目前有些老厂限于条件仍采用这种堆存。湿法散堆是世界上广泛采用的,

表 7-7-10 蔗渣贮存老化时间对蔗渣机械浆质量的影响

项 目	陈 蔗 渣	中 蔗 渣	新 蔗 渣
手抄片定量(g/m ²)	60	60	60
松厚度(mL/g)	2.94	3.93	2.32
裂断长(m)	2590	2270	4300
撕裂因子	42	38	52
白度(ISO, %)	41	45	50
不透明度(印刷)(%)	96/97	96	92

表 7-7-11 蔗渣贮存老化时间对新闻纸质量的影响

项 目	陈蔗渣	中蔗渣	新蔗渣
定量(g/m ²)	52	52	48.8
厚度(μm)	83	82	67
水分(%)	7.8	8.0	8.0
灰分(%)	2.3	2.5	4.0
裂断长(纵向/横向m)	4260/2160	4200/2100	4860/2380
撕裂因子(纵向/横向)	37/43	36/45	39/47
平滑度(TS/WS本生)(mL/min)	320/270	270/180	280/190
白度(ISO%)	49	53	52
不透明度(印刷)(%)	92	89.5	92

也是目前蔗渣堆存中最好的一种形式,每平方米堆存量1.5~3.0t,比其他任何堆存形式都多,并且堆存损失最低,损失率小于5%,白度下降可在5度以下。湿法散堆主要有 Ritter 法和 Peadco 法,现分述如下。

(一) Ritter 蔗渣湿法散堆法

这个方法是由德国 Ritter 博士在南非开发的。它是将除髓蔗渣稀释至3%浓度加入含有生物防腐剂的 Ritter 菌液,该菌液为一种乳酸菌 (pH4),可以在蔗渣含糖洗涤液中繁殖,以抑制蔗渣的自然发酵。然后蔗渣泵送到堆场,从高处往下流,蔗渣可堆高18m。从渣堆排出的水集中回用,但要补充生物防腐剂。这种堆存密度较高,据测定,深6m处密度可达270kg/m³。Ritter法总损失率为10%,其中7%为蔗渣中残留糖分和苯醇可溶物,另外3%为纤维。由于渣堆排水 pH 较低,堆场地面侵蚀较为严重。这个方法已应用于南非、阿根廷、巴西、墨西哥、古巴、委内瑞拉、伊拉克、伊朗和我国台湾等地。典型的 Ritter 法湿法散堆见图7-7-8。

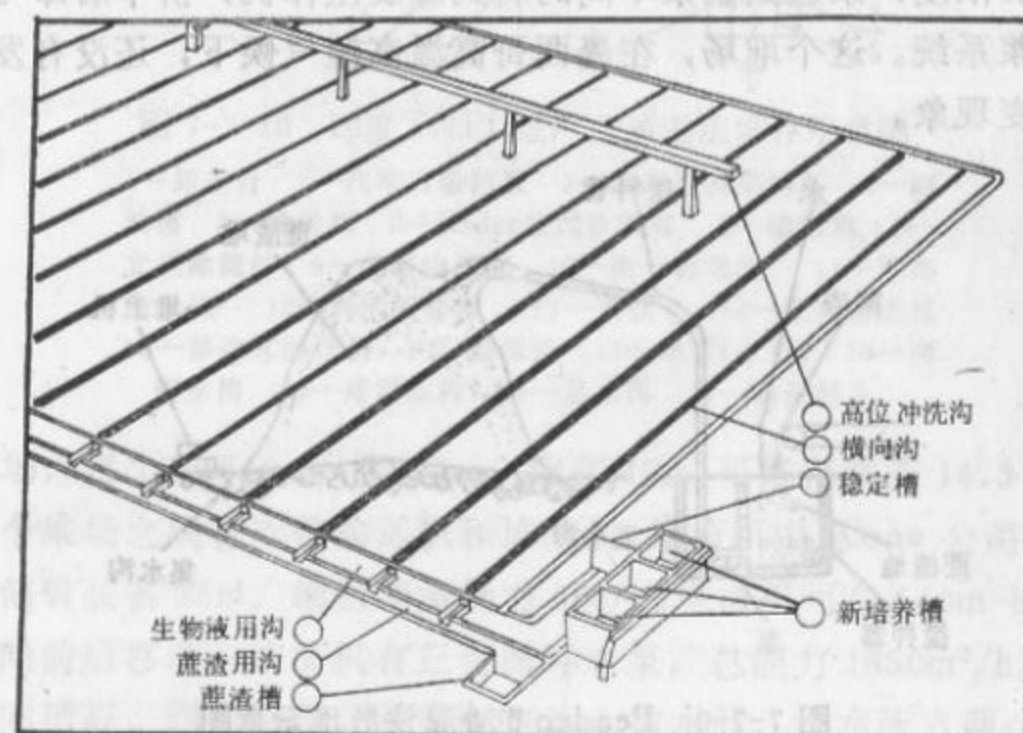


图 7-7-8 Ritter散堆法蔗渣贮存场示意图

(二) Peadco 蔗渣湿法散堆法

这个方法由 Peadco 公司开发,它是将经洗涤和二次除髓的

蔗渣湿法散堆贮存。由于蔗渣中残余的糖和可溶物已大部分清除，试验证明，蔗渣含糖在 0.5% (绝干) 以下时，发酵速度非常缓慢，可以不用生物防腐剂，贮存 10 个月至 1 年也不会腐烂变质。

此法最早于 1964 年在波多黎哥的 Arecibo 厂应用，后经过改进推广到其他各地，都取得较好效果。

图 7-7-9 为在墨西哥纸厂 Peadco 法湿法散堆示意图。除髓后的蔗渣经皮带运输机送到蔗渣池。该池 10m×5m×5m，一侧有螺旋桨式搅拌器。蔗渣加水稀释到 3~5% 浓度后泵送到方形蔗渣堆场，堆场面积约 9000m²，有 1~2% 坡度沥青地面，耐压 20t/m²，四周有集水沟。蔗渣堆高 15~20m，山形堆积，每个堆场可贮 1~2 万 t 绝干蔗渣。滤下的水，顺堆场坡度流入集水沟，循环再用。车间用料时，用推土机将蔗渣推入蔗渣池，加水冲稀到 3~5% 浓度，泵送到制浆车间的斜式螺旋压榨机，挤干后即可进入制浆系统。这个堆场，在墨西哥高温高湿气候下，还没有发生过霉变现象。

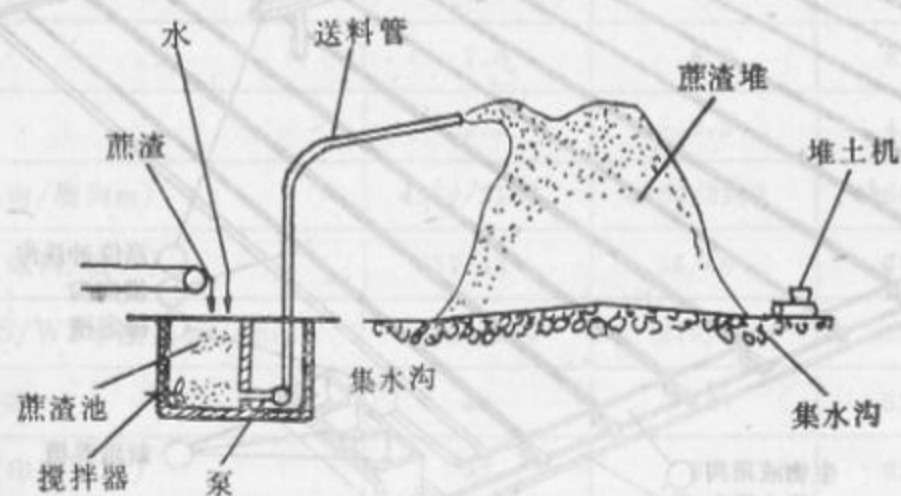


图 7-7-9 Peadco 蔗渣湿法散堆示意图

图 7-7-10 为印度 TNPL 纸厂湿法散堆图。在上述方法基础上又做了局部改进。不采用将蔗渣泵送到堆场的办法，而用皮带输送机，将二次除髓和洗涤的蔗渣送到高位料斗，用从堆场排出来的循环水在高位料斗与蔗渣混合后落入堆场堆存。有两个湿法

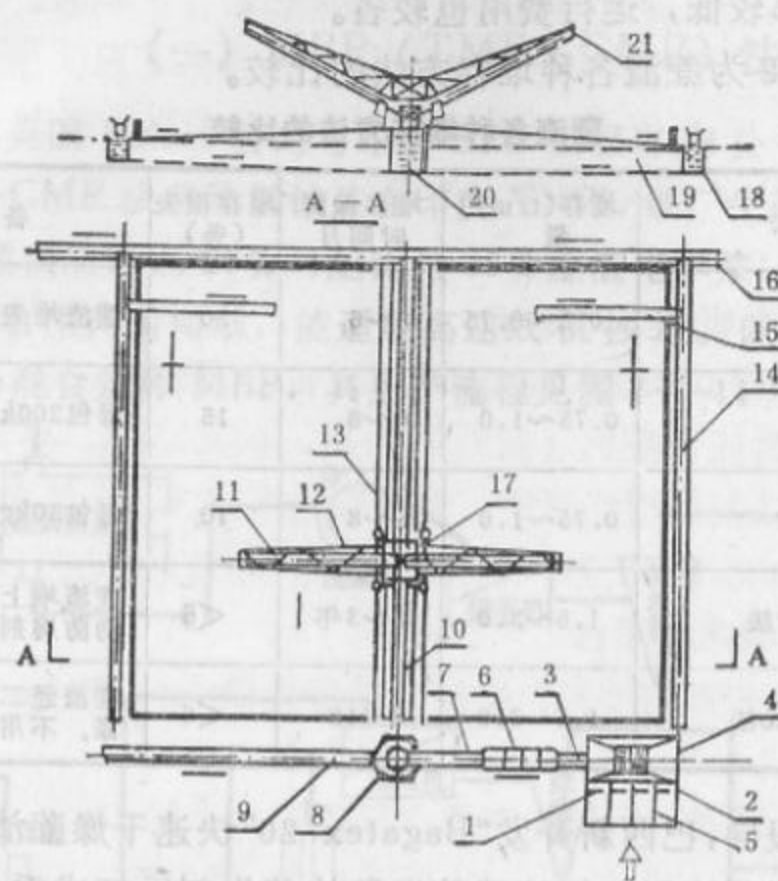


图 7-7-10 印度 TNPL 纸厂蔗渣湿法堆存示意图

- 1—卸车台 2—汽车后输挡板 3—汽车前身架钩环 4—卸渣槽 5—输送机 6—Rader 盘式分离器 7—输送机 8—立式除髓机 9—蔗渣输送机 10—蔗渣输送机 11—堆高输送机 12—翼式活动车 13—钢轨 14—上料输送机 15—移动式输送机 16—输送机 17—水泵 (三台) 18—两侧水沟 19—尾部水沟 20—总水沟 21—高位料斗。

堆场，每个长 540m，宽 90m，堆高 15m，可堆存蔗渣 14.3 万 t。两个堆场之间有皮带输送机和堆渣机。堆渣机由 Kone 公司制造，两侧臂长各 35m，输送蔗渣能力 50t/h。堆渣机可在 540m 长的堆场间前后移动。堆渣机有三台循环水泵，总能力 1850m³/h。堆场中间稍高，四周略低，设有 $\phi 100$ mm 排水孔，排水流入两个堆场中间的集水沟，循环再用。堆场地面在厚沥青混凝土上再铺上沥青。车间用料时，用大胶轮推土机和挖土机运载蔗渣，经皮带输送机送给车间。

Peadco 法湿法散堆无发酵和火灾危险，损失率低于 5%，用

水量和电耗都较低, 运行费用也较省。

表 7-7-12 为蔗渣各种堆存方法的比较。

表 7-7-12 蔗渣各种堆存方法的比较

堆存方法	堆存(t/m ³) 量	堆存保鲜 时间月	堆存损失 (%)	备 注
自然散堆	0.5~0.75	3~6	20	蔗渣堆表面喷硼砂液
打包堆存: 大包	0.75~1.0	6~8	15	每包200kg
小包	0.75~1.0	6~8	10	每包50kg
湿法散堆: Ritter法	1.5~3.0	1~3年	<5	蔗渣堆上喷洒含有生物防腐剂的水
Peadco法	1.5~3.0	8~12	<5	蔗渣经二次除髓和洗涤, 不用防腐剂

据最近报导, 巴西新开发“Bagatex-20”快速干燥蔗渣堆存法。这个方法是将蔗渣混入加速残糖发酵的催化剂后打成重 600kg 大包, 使其在 20 天内快速发酵, 大量散热, 降低水分至20%以下贮存。据称贮存 2 年以上不会降低白度。

五、蔗渣机械浆的生产

60 年代初以来, 对蔗渣机械浆进行了大量试验研究和开发应用工作, 在制浆方法上主要采用的有 TMP、CMP、MBP(TMP+ CMP)和 CTMP 等法。在这些方法中得到实际应用的有: 古巴-9 计划在古巴试验厂投入生产的 CMP, Peadco 公司应用在印尼 Letjes 厂的 TMP, SPB-Beloit 合作在印度 TNPL 厂开发的 MBP (TMP+CMP)。此外, 芬兰 Enso Gutzeit 公司开发的 CMP 以及美国 C-E Bauer 公司、日本四国工业技术试验所 (GIRIS) 与日立造船公司联合开发的 CTMP, 在中间工厂试验中都已取得成功。现分述如下。

(一) MBP (TMP+CMP) 法

由美国 Beloit 公司与印度 SPB 工程咨询公司合作开发的 TMP+CMP 法蔗渣机械浆在印度 TNPL 纸厂生产, 其混合浆经 H₂O₂ 漂白后, 以 50% 的配比与 35% 蔗渣化学浆; 15% 润叶木化学浆混合生产新闻纸, 能适应高速纸机抄造。以 TMP 与 CMP 各 50% 混合浆称 MBP, 其生产流程见图 7-7-11 所示。

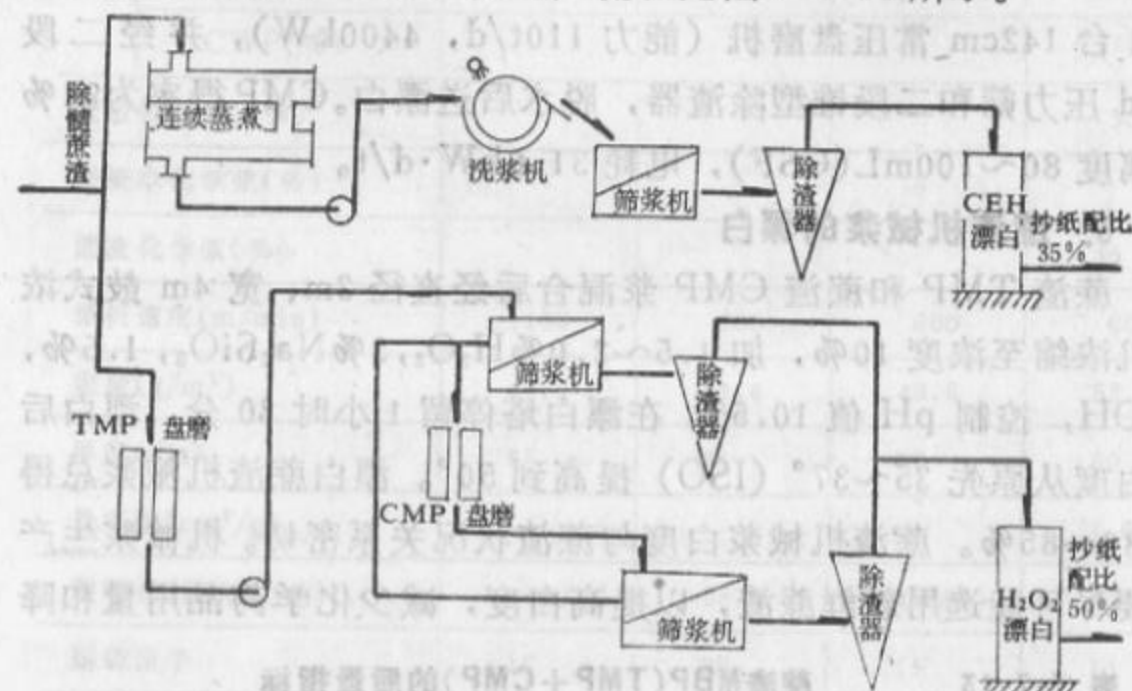


图 7-7-11 Beloit-SPB公司MBP(TMP+CMP)法在 Tamil Nadu纸厂的制浆生产线

MBP 法是考虑蔗渣组分的不均匀性, 采用 TMP 法的一级盘磨后, 由筛浆机筛出约 50% 的粗硬渣, 用 CMP 法处理。两部分筛选的良浆混合后漂白。

这种方法使第二级 CMP 盘磨负荷减少, 粗硬组分经化学处理又可获得较细长的纤维。

其生产过程有如下述。

1. 蔗渣热磨机械浆 (CMP)

湿法除髓后的蔗渣浓度约 14%, 经盘磨机产生的蒸汽 (245kPa) 预热后, 进入 2 台 142cm Beloit-Jone 压力盘磨机(能力

110t/d, 4400kW)。磨出的蔗渣浆加水稀释后连续喷放, 经贮存消潜并回收蒸汽。然后浆从贮存槽泵至3台 Beloit HD 压力筛筛选出50%良浆, 经三段 Bird 除渣器净化后与 CMP 浆混合, 经脱水后漂白。TMP 得率96%, 游离度60~70mL(CSF), 电耗44.1~51.5kW·d/t。

2. 蔗渣化学机械浆 (CMP)

从 TMP 生产线筛出的粗渣加2~3% Na₂SO₃ 和 NaOH, 进入1台142cm 常压盘磨机 (能力110t/d, 4400kW), 并经二段 Bird 压力筛和二段锥型除渣器, 脱水后送漂白。CMP 得率为92% 游离度80~100mL(CSF), 电耗31.6kW·d/t。

3. 蔗渣机械浆的漂白

蔗渣 TMP 和蔗渣 CMP 浆混合后经直径3m、宽4m 鼓式浓缩机浓缩至浓度10%, 加1.5~2.0% H₂O₂, 3% Na₂SiO₃, 1.5% NaOH, 控制 pH 值10.55, 在漂白塔停留1小时30分, 漂白后浆白度从原先35~37° (ISO) 提高到50°。漂白蔗渣机械浆总得率80~85%。蔗渣机械浆白度与蔗渣状况关系密切。机械浆生产线要尽可能选用新鲜蔗渣, 以提高白度, 减少化学药品用量和降

表 7-7-13 蔗渣MBP(TMP+CMP)的质量指标

	未漂TMP	未漂CMP	未漂混合浆	漂后混合浆
游离度 (mL, CSF)	125	262	194	167
松厚度 (cm ³ /g)	3.2	2.8	2.96	2.84
耐破因子	4.2	10.4	6.9	10.2
撕裂因子	16.0	34.5	24.0	34.0
裂断长(m)	1122	2346	1642	2540
PPI不透明度 (%)	99.6	97.3	98.0	92.0
散射系数(cm ² /g)	575	500	534	536
白度 (°G.E)	37	36	37	53

表 7-7-14 蔗渣新闻纸与木浆新闻纸比较

	针叶木新闻纸 ¹	阔叶木新闻纸 ²	蔗渣新闻纸 ³	蔗渣新闻纸 ⁴
木材	TMP (%)	85		
	CMP (%)		70	
	SBK (%)	15		10
	桉木化学浆 (%)		30	15
	CWP (%)			15
蔗渣机械浆 (%)				
蔗渣半化学浆 (%)				
蔗渣化学浆 (%)				
纸机速度(m/min)				
定量(g/m ²)				
厚度(μm)				
松厚度(cm ³ /g)				
裂断长(纵向)(m)				
耐破因子				
撕裂因子				
平滑度 (正面) (反面) s				
不透明度 (%)				
透气度(mL/min)				
白度(°G.E)				
散射系数(cm ² /g)				
吸收系数 (cm ² /g)				
灰分 (%)				
水分 (%)				

• 1. 针叶木新闻纸系加拿大Powel River纸厂产品。 2. 阔叶木新闻纸系印度 Kerala纸厂产品; 3. 阿根廷Tucuman厂产品; 4. 印度TNPL纸厂产品。

低漂白成本。蔗渣机械浆特性见表7-7-13。

蔗渣新闻纸与木浆新闻纸的比较见表7-7-14。

TNPL 纸厂蔗渣新闻纸纤维配料的特点是85%都是用蔗渣浆,只掺用15%桉木化浆,完全不用长纤维化浆。

(二) TMP 法

Peadco 公司的 TMP 法用于印尼 Letjes 纸厂,其蔗渣TMP的流程见图7-7-12。

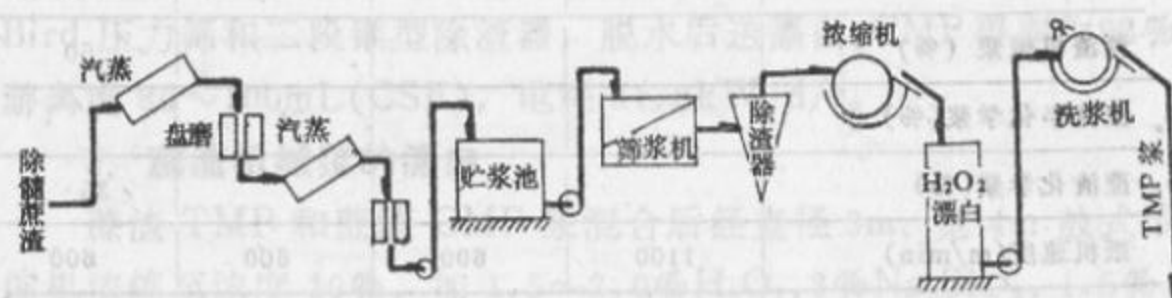


图 7-7-12 Peadco法Letjes纸厂蔗渣TMP制浆生产线

该厂有三条制浆生产线:(1) 日产150t 蔗渣热磨机械浆,(2) 日产100t 蔗渣半漂化浆,(3) 日产75t 稻草半漂化浆。

新闻纸的纤维配料为40~50%蔗渣热磨机械浆,40%蔗渣和稻草混合半漂化学浆和10~20%进口长纤维半漂硫酸盐木浆。

(三) CMP 法

1. 古巴-9 计划开发的蔗渣 CMP 法

古巴-9 计划对蔗渣 CMP 进行了大量试验研究,采用除髓蔗渣先经化学浸渍后两段圆盘磨磨浆的方法。在化学浸渍工艺上试验比较了用氢氧化钠和碱性亚硫酸钠浸渍的效果,见表7-7-15。虽然用碱性亚硫酸钠浸渍在白度上略高1~2度,但从生产成本和简便条件等综合考虑,选择使用氢氧化钠浸渍。浸渍条件:氢氧化钠用量4.5%,蔗渣浓度10~15%,温度85℃下浸渍5min。

化学浸渍有助于纤维膨润,避免产生粉状纤维使质量下降。

表 7-7-15 浸渍用化学药品效果的比较

浆 的 质 量	氢氧化钠	碱性亚硫酸钠
密度(kg/m ³)	465~583	472~448
撕裂指数(mN·m ² /g)	4.2~4.0	3.3~3.1
耐破指数(kPa·m ² /g)	2.7~1.7	1.5~1.4
抗张指数(Nm/g)	56.7~35.8	40.1~37.9
白度(%)	63.7~54.9	65.0~52.5
不透明度(%)	90.0~85.8	89.8~88.5
得率(%)	92~85	87~84

浸渍后的蔗渣要求均匀喂入圆盘磨,如果第一段盘磨发生缺陷,下一段盘磨也无法弥补。在两段盘磨中,第一段是将蔗渣疏解成纤维束,然后通过第二段再磨成浆。磨浆浓度:第一段25~30%第二段15~20%。打浆度:第一段不要超过40°SR(310mL,CSF),第二段为55~60°SR(170~90mL,CSF)。打浆度过高,细小纤维比例将增加。筛选出的粗渣量约20%,再经精磨处理。两段盘磨动力分配为50/50,单位电耗(不包括粗筛处理)为600~700kW·h/t。这样低的电耗是由于有良好的蔗渣贮存和浸渍方法所取得的,也是这个技术引起人们兴趣的原因所在。

取得较好效果的磨盘齿型:第一段两区开放设计,第二段三区是封闭型的。

古巴-9 计划研制的蔗渣 CMP 的 Bauer MC Nett 纤维筛分析与木浆的比较见图7-7-13。

古巴-9 蔗渣 CMP 制新闻纸与其他方法制新闻纸的比较见表7-7-16,其中阿根廷 Tucuman 厂是应用库西(Cusi)法蔗渣半化学浆制新闻纸的。

古巴-9 蔗渣 CMP 经两段漂白(连二亚硫酸盐-过氧化氢)供书写印刷纸用浆质量见表7-7-17。

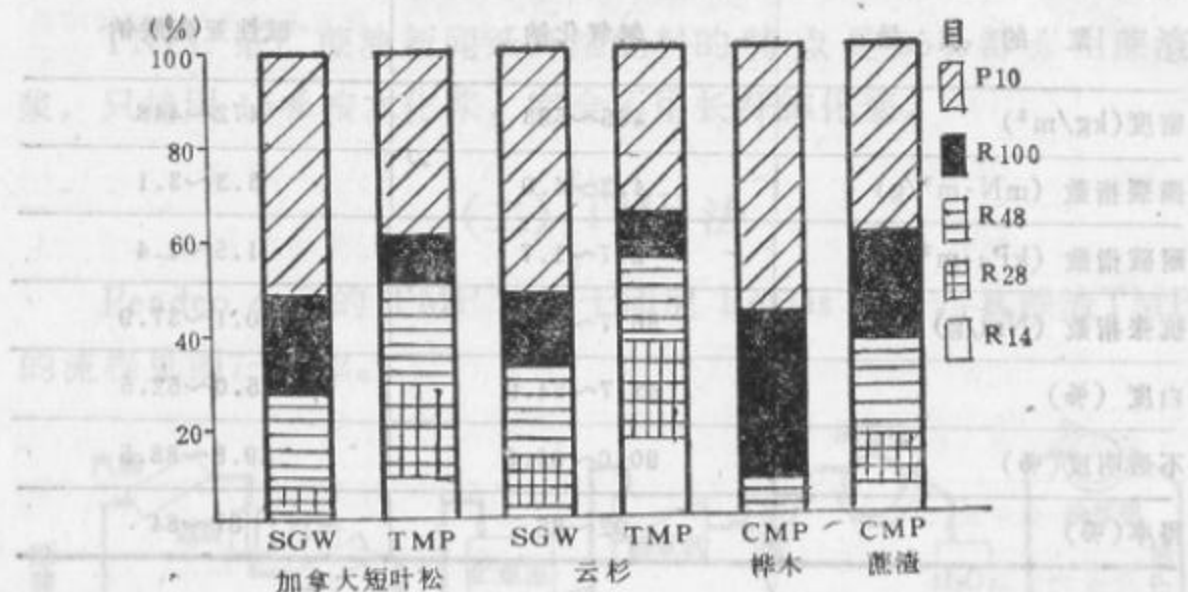


表 7-7-16 蔗渣新闻纸与标准新闻纸的比较

	加拿大 新闻纸	瑞典新 闻纸	阿根廷 (Tucuman)	印度 (TNPL)	古巴 古巴-9
定量(g/m ²)	48.2	50.2	49.6	50.6	50.8
密度(kg/m ³)		642			707
厚度(μm)	85	78	67	85	71
抗张指数(纵向)(Nm/g)	43.6	46.3	40.7	34.5	35.3
耐破指数(kPa·m ² /g)	1.2	1.6	1.0	1.0	1.0
撕裂指数(横向)(mN·m ² /g)	5.1	5.5	5.9	4.3	5.9
白度(°G.E)	58	55	59	50.5	55
散射系数(m ² /kg)	48.4	48.0	43.7	45.0	41.5
灰分(%)	—	—	11~12	6	7
不透明度(%)	93.5	94.7	88	93.5	90.0

蔗渣 CMP 供作卫生产品用绒毛浆与几种机械木浆性能（实验室）的比较见表7-7-18。

表 7-7-17 古巴-9蔗渣CMP经两段漂白(连二亚硫酸盐-过氧化氢)供书写印刷纸用浆质量

密度(kg/cm ³)	400~500
撕裂指数(mN·m ² /g)	3.5~4.0
抗张指数(Nm/g)	30~40
散射系数(m ² /kg)	40~45
白度(*G.E)	65
不透明度(%)	88
灰分(%)	8~10

表 7-7-18 蔗渣CMP作绒毛浆与几种机械木浆性能的比较

	木材云杉	TMP未漂	CTMP未漂	CTMP漂白	CMP蔗渣
抽提物 (%)	1.0~1.5	0.6~0.9	0.2~0.3	1.0~0.2	0.6~0.8
吸水时间(s)	—	15	6~9	5~7	10
吸水能力(g/g)	—	—	—	10~12	18.2
比容 (cm ³ /g)	—	—	—	17~18	—

2. Enso-Gutzeit 公司开发的蔗渣 CMP 法

Enso-Gutzeit 公司开发的 CMP 法如图 7-7-14 所示。除髓率为 35% 的蔗渣经压榨至 30~32% 干度, 在 Enso-Bauer 常压 M&D 斜管浸渍器 ($\phi 2.5\text{m} \times 30\text{m}$) 内浸渍, 用碱量 25~30kg NaOH/t 除髓蔗渣, 以 90℃ 温度浸渍 10~20min。出浸渍器的蔗渣被滤水至 18% 干度, 进第二道压榨挤至 30% 干度送两段盘磨。

两段磨浆的能耗比约为 55:45; 包括筛渣再磨的磨浆总电耗为 1300kW·h/t。盘磨机用 Enso R 型单盘磨 (配 3.5MW 电机), 磨浆浓度为 20~30%, 压力 0.1~0.3MPa, 游离度为 100~

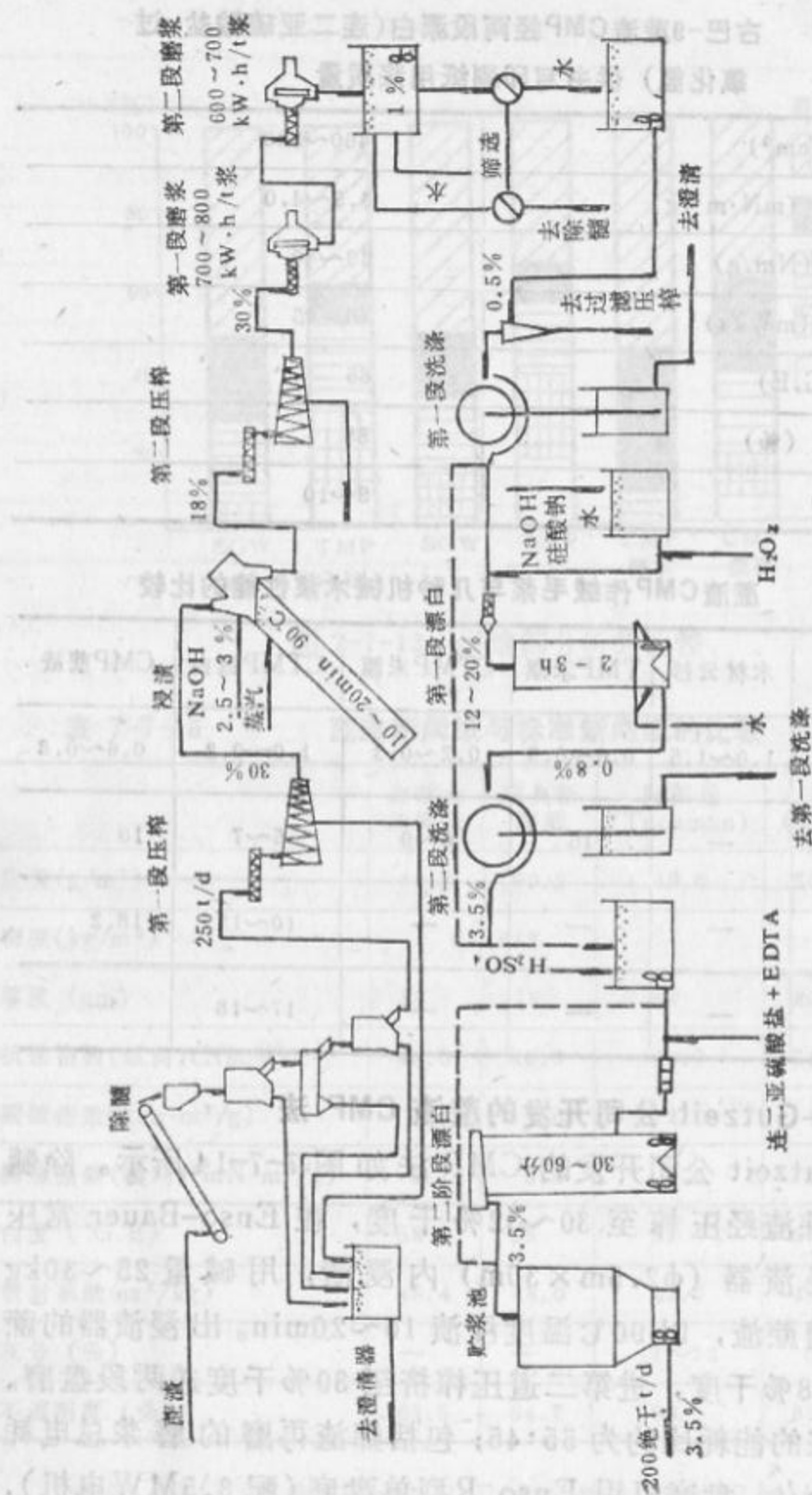


图 7-7-14 蔗渣 CMP 流程图

150mL(CSF)。磨后浆经稀释、消潜与筛选，粗渣率约 10%，经脱水后返回浸渍器或送另外的筛渣盘磨。

筛后浆可以用 H_2O_2 或 $Na_2S_2O_4$ 单段漂，或者是 PR 两段漂；三种漂白法可分别达到白度 55%、50% 和 60%(ISO)。单段 H_2O_2 漂白使用 2.5~3% H_2O_2 ，两段漂还需 1~5% 的 $Na_2S_2O_4$ ；漂白 CMP 的得率约为除髓蔗渣的 82%。

蔗渣 CMP 的质量指标如表 7-7-19。

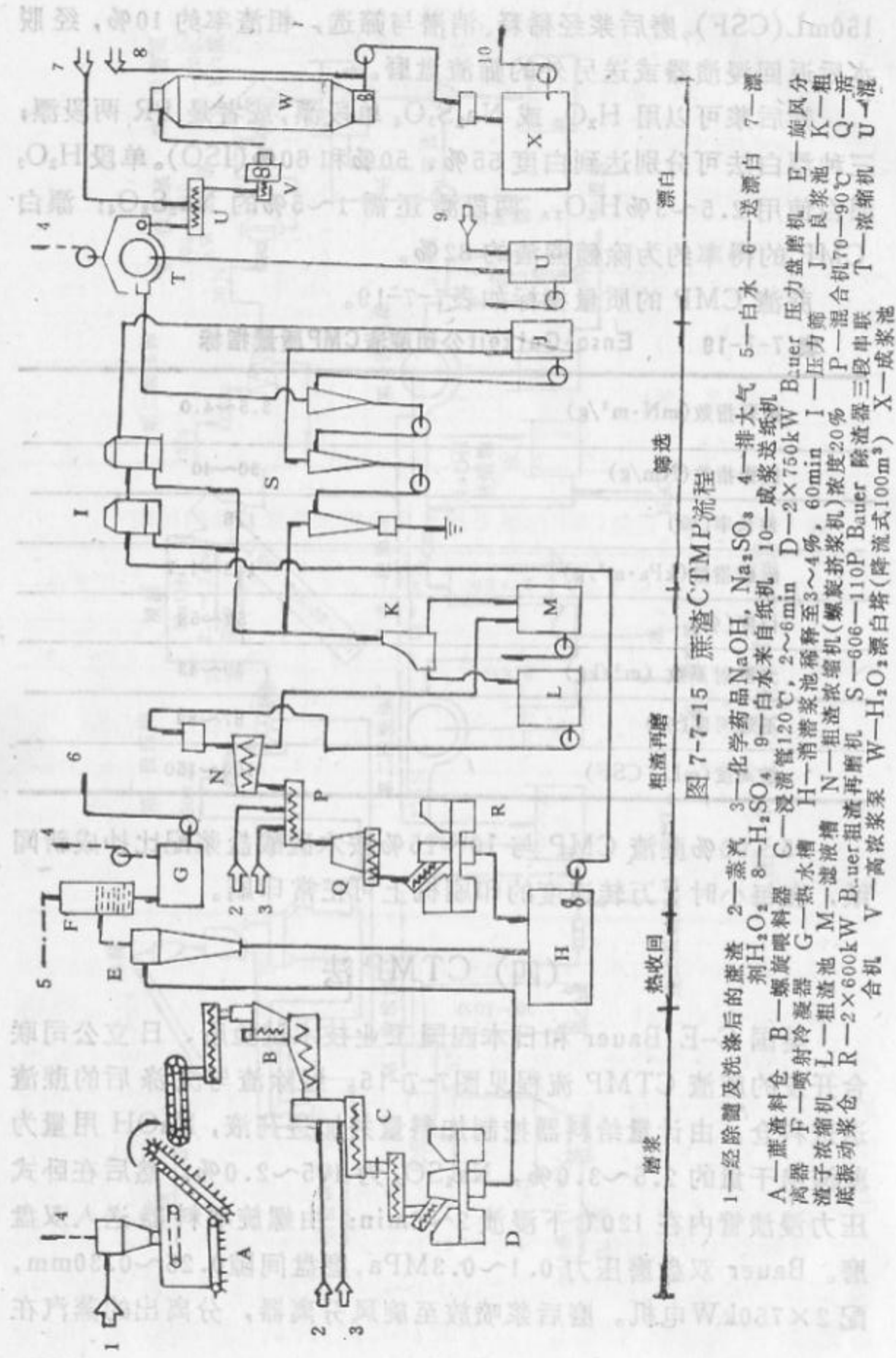
表 7-7-19 Enso-Gutzeit 公司蔗渣 CMP 质量指标

撕裂指数($mN \cdot m^2/g$)	3.5~4.0
抗张指数(Nm/g)	30~40
伸长率(%)	1.8
耐破指数($kPa \cdot m^2/g$)	1.3~1.7
白度(%)	52~58
光散射系数(m^2/kg)	39~43
不透明度(%)	87~89
游离度(mL, CSF)	100~150

85~90% 蔗渣 CMP 与 10~15% 桉木硫酸盐浆配比抄成新闻纸，在每小时 2 万转速度的印刷机上可正常印刷。

(四) CTMP 法

美国 C-E Bauer 和日本四国工业技术试验所、日立公司联合开发的蔗渣 CTMP 流程见图 7-7-15。经除渣与洗涤后的蔗渣送进料仓，由计量给料器控制加料量并加进药液，NaOH 用量为蔗渣绝干量的 2.5~3.0%， Na_2SO_3 为 1.5~2.0%。然后在卧式压力浸渍管内在 120℃ 下浸渍 2~6min；由螺旋喂料器送入双盘磨。Bauer 双盘磨压力 0.1~0.3MPa，磨盘间隙 0.25~0.30mm，配 2×750kW 电机。磨后浆喷放至旋风分离器，分离出的蒸汽在



喷射式换热器内加热造纸机送来的白水；加热的白水，可以用于消潜或漂白。分离后的纸浆稀释至3~4%，在消潜浆池的85℃温度下搅拌60min。

消潜后的纸浆送筛选，经二级压力筛与三段涡旋除渣器，筛选粗渣约为总进浆量的30~40%，经浓缩至20%浓度送常压再磨。粗渣再磨前，再加入与一级盘磨同样比例的NaOH与Na₂SO₃，在混合机内加热至70~90℃，Bauer粗渣双盘磨配2×600kW电机，磨盘间隙0.2~0.5mm，磨后浆送回消潜浆池。

表 7-7-20 蔗渣BCTMP的化学用品用量(kg/t风干浆)

NaOH	35~50
Na ₂ SO ₃	20~25
H ₂ O ₂	10~30
MgSO ₄	2~5
Na ₂ SiO ₃ (40°Bé)	30~50
H ₂ SO ₄	8~10
整合剂(DTPA)	2~4

表 7-7-21 日立造船公司蔗渣CTMP的试验结果

预处理化学药品的Na ₂ O 计算(%)	3.0	3.3
游离度 (mL, CSF)	89	78
定量 (g/m ₂)	60.8	62.9
紧度 (g/cm ₂)	0.40	0.41
裂断长 (km)	3.7	4.1
伸长率 (%)	1.8	2.0
撕裂因子	50	61
白度 (%)	40.4	38.1
不透明度 (%)	95.8	94.6

筛选良浆浓缩至10~20%浓度后,加入螯合剂DTPA或EDTA 0.2~0.3%,进入混合器混合 H_2O_2 漂液后由高浓浆泵送降流式漂白塔。漂白剂用量为 H_2O_2 1~2%, NaOH 0.5~1.0%, $MgSO_4$ 0.2~0.5%, $Na_2SiO_3(40^\circ Be)$ 3~5%。漂白塔容积100~200 m^3 ,漂白温度约80℃,时间1~2h。漂后加 H_2SO_4 约0.5~1.0%中和,调节pH值到5~6,送贮浆池供造纸配用。

蔗渣BCTMP的化学药品消耗见表7-7-20。

在造纸前测定蔗渣CTMP的物理性能(未漂白)见表7-7-21和表7-7-22。

(五) 蔗渣机械浆的盘磨设备

为开发蔗渣机械浆的专用盘磨设备,美国C-E Bauer,

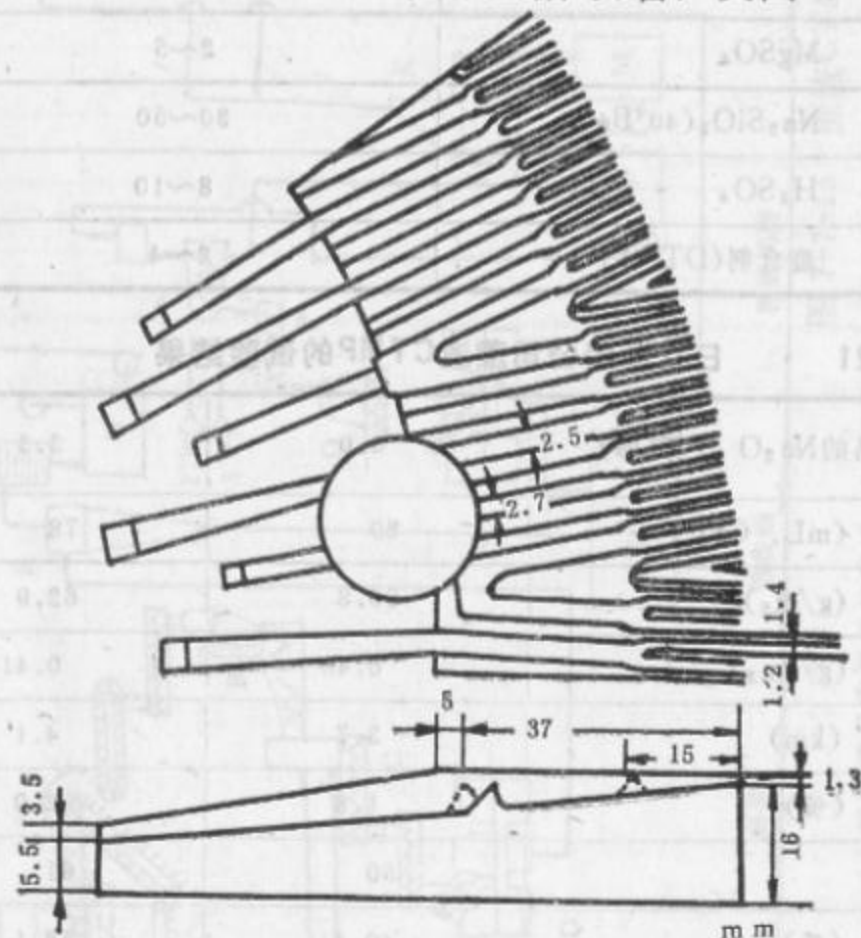


图 7-7-16 用于生产蔗渣CTMP的Sprout Waldron D2A-507磨盘齿型图

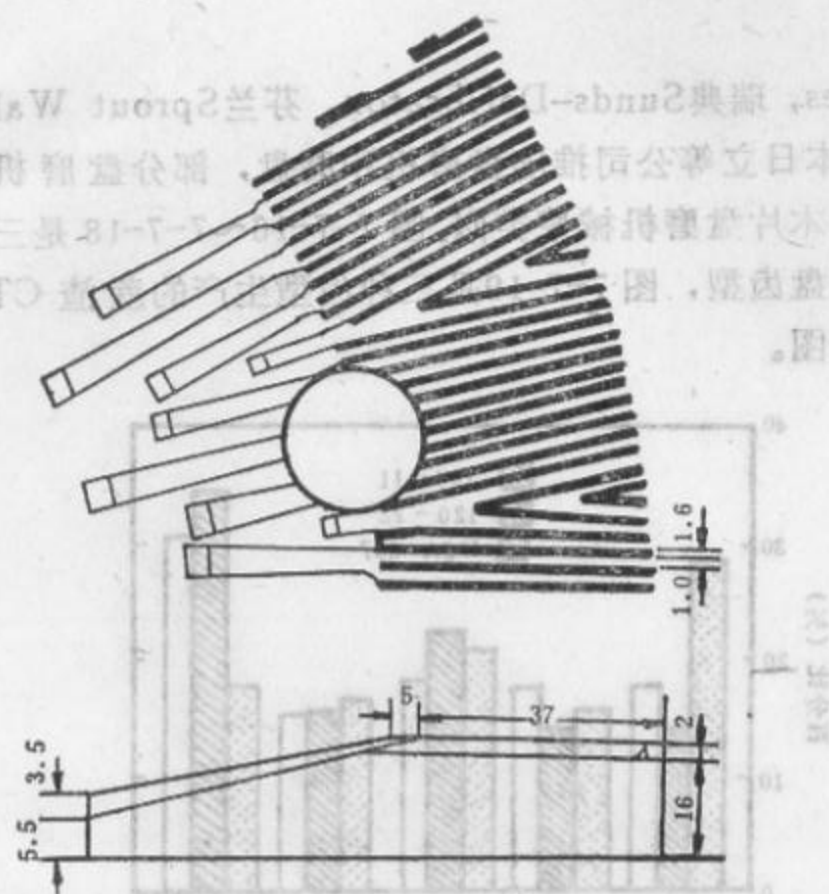


图 7-7-17 用于生产蔗渣CTMP的日立120-11型磨盘齿型图

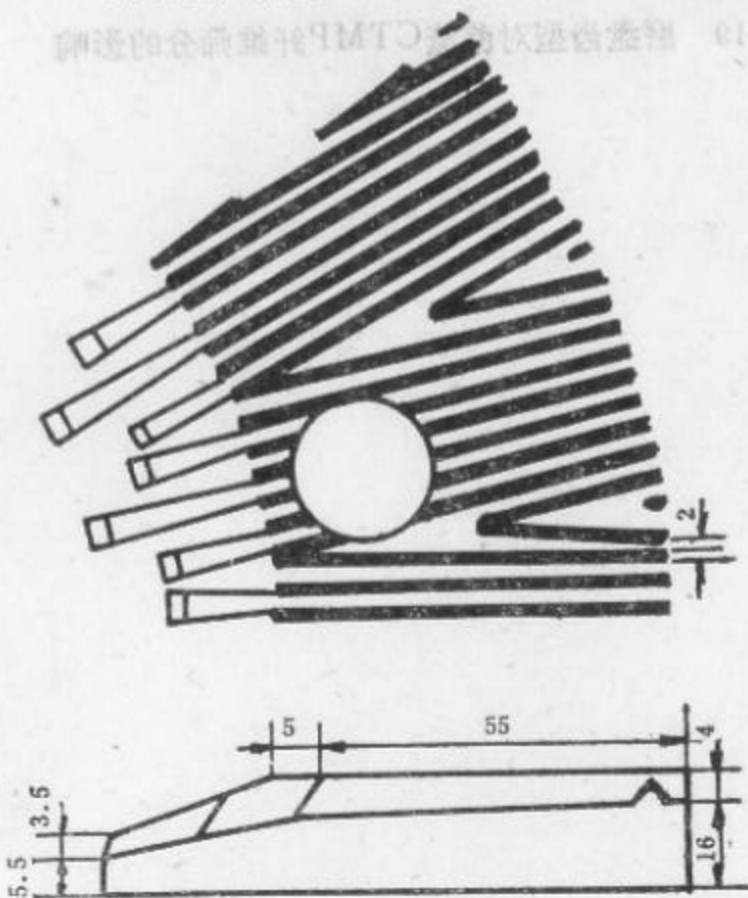


图 7-7-18 用于生产蔗渣CTMP的日立120-22型磨盘齿型图

Beloit Jones, 瑞典Sunds-Defibrator, 芬兰Sprout Waldron、Enso 与日本日立等公司推出盘磨机和磨盘, 部分盘磨机型号规格均与用于木片盘磨机械浆类似。图 7-7-16~7-7-18 是三种生产蔗渣浆的磨盘齿型, 图 7-7-19 是三种齿型生产的蔗渣 CTMP 纤维筛分比较图。

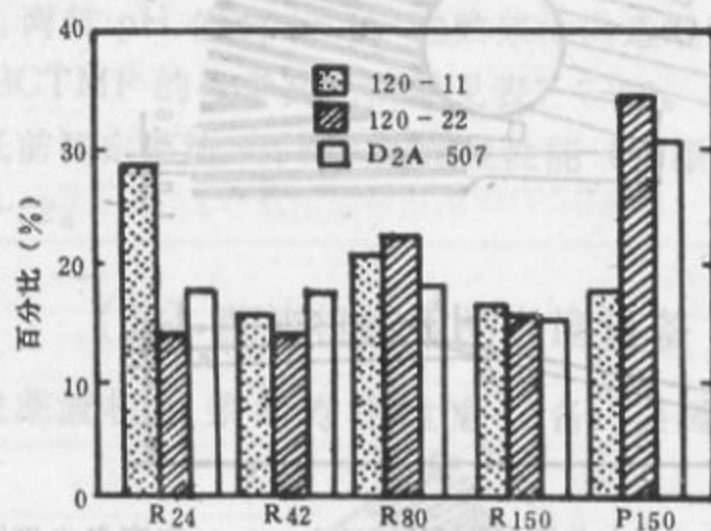


图 7-7-19 磨盘齿型对蔗渣CTMP纤维筛分的影响